

PENGUKURAN KALOR BAKAR PADA BERAGAM MEREK MIE INSTAN MENGGUNAKAN KALORIMETER BOM SHIMADZU CA-4P

Oleh:

Bambang Mardaka Eka Jati, Bambang Purwadi, Lusia Lilik Hastutiani
Jurusan Fisika, FMIPA UGM

ABSTRAK

Telah berhasil diukur kalor bakar dari beragam merek Mie Instan (MI) menggunakan kalorimeter bom Shimadzu jenis CA-4P. MI diambil secara acak dari pasar, meliputi merek: Supermi, Indomie, Sarimi, Salam mie, Mi ABC, dan Mi president baik jenis goreng ataupun rebus, pada sejumlah rasa. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh besarnya permintaan pasar terhadap produk MI, dan diperlukannya informasi yang lebih lengkap dan presisi tentang produk itu. Informasi itu meliputi: komposisi bahan, batas kadaluwarso, kekhatalan, dan kandungan kalori (kalor bakar) per bungkus pada MI. Penelitian dilakukan dengan menempatkan 2 gram komponen MI pada sebuah panci. Panci dimasukkan ke dalam bom yang berisi oksigen kadar 80% pada tekanan 20 – 25 atm. Kemudian, sampel dibakar sempurna (tanpa sisa). Nilai kalor bakar dari sampel yang terukur dikalibrasi dengan pengukuran kalor bakar asam benzoat yang telah diketahui nilai kalor bakar per gramnya. Akhirnya, nilai ukur kalor bakar per bungkus sejumlah merek dan jenis MI dapat ditentukan. Nilai terbesarnya adalah "Mi ABC" jenis mie goreng yaitu (480 ± 5) kkal, dan terkecil "Supermi" Rasa Ayam (364 ± 4) kkal.

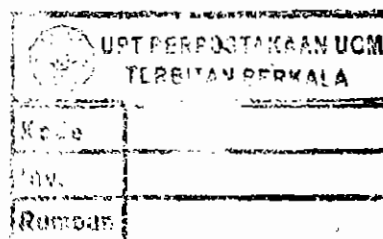
Kata-kata kunci: Kalor bakar, kalorimeter bom, mie instan

COMBUSTION HEAT MEASUREMENT FOR SOME NOODLES INSTANT USING BOMB CALORIMETER CA-4P SHIMADZU

ABSTRACT

The combustion heat, of some instant noodles (IN) trade mark, has been measured using bomb calorimeter CA-4P Shimadzu. The noodles were put by random from the store, those are: Supermi, Indomie, Sarimi, Salam mie, Mi ABC, and Mi presiden as fried and boil noodles, at some kind of type. The research background is driven by the big market demand of product by the consument and for the complete information on those product. Those information are about: material composition, deadline, and the combustion heat each noodle. The research is done by putting 2 grams sample on the pan. The pan is placed on the bomb which is contained oxygen gas (80%) at 20 up to 25 atm in pressure. The sample is ashly burnt. Combustion heat value is callibrated by benzoat acid sample, which has been known the combustion heat of each gram. Finally, it has been measured the combustion heat of some type and trade mark of IN. The biggest value of combustion heat for one is "Mi ABC" (480 ± 5) kkal, and the lowest one is "Supermi Chicken Flavour" (364 ± 4) kkal.

Key words: combustion heat, bomb calorimeter, instant noodles



I. PENDAHULUAN

Saat ini, biasa dijumpai makanan instan, yaitu makanan dalam kemasan yang bersifat cepat masak dan cepat saji. Dari makanan itu, konsumen memerlukan informasi tentang: komposisi bahan yang digunakan, kehalalan, batas kadaluwarso, dan kandungan kalori atau kalor bakarnya. Terkadang, konsumen memerlukan makanan yang enak dan mengenyangkan namun berkalori rendah, dan ini biasa mereka gunakan sebagai sarana diet. Namun, sebagian konsumen yang lain memerlukan makanan yang berkalori besar, agar badan konsumen menjadi lebih gemuk. Itu artinya, informasi nilai kalor bakar pada produk instan juga diperlukan konsumen. Tentunya, semakin lengkap informasi yang dilabelkan di setiap kemasan instan bersifat lebih informatif, dan pada akhirnya dapat memberikan kepuasan bagi pelanggan. Hal itu diatur oleh Peraturan Pemerintah Nomor 69 tahun 1999 (PP69/1999) tentang label dan iklan pangan. PP itu menyatakan, bahwa label dan iklan pangan mengharuskan pencantuman **sekurang-ku-rangnya** informasi tentang: nama produk, berat/isi bersih, nama dan alamat produsen, daftar bahan yang digunakan, dan tanggal, bulan serta tahun *kadaluwarsa*.

Mie Instan (disingkat MI) merupakan salahsatu contoh produk makanan instan yang digemari masyarakat. Produk ini juga perlu memberikan label yang informatif ke-pada konsumen. Salahsatunya adalah informasi kalor bakar yang disebut pula **kan-dungan kalori** dari produk itu. Ini diperlukan karena tidak semua produk MI telah mencantumkan kalor bakar per bungkusnya, dan walaupun ada, yang diukur hanya kalor bakar mienya saja, sehingga hasil ukur yang sudah dilabelkan tidaklah lengkap.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kalor bakar per bungkus pada beragam merek dan jenis MI yang diambil secara acak dari pasar. Pada penelitian ini, semua komponen MI (bumbu, saus, minyak, dan juga cabai) diukur kalor bakarnya. Nilai itu adalah nilai kalor bakar minimalnya, yaitu ketika MI dimasak hanya dicampur air saja, tanpa tambahan lain (misalnya telur, atau sayuran). Air yang digunakan hanya berperan sebagai bahan pelarut saja, dan bukan sebagai sumber energi. Itu artinya air tidak mem-berikan sumbangan pada nilai kalor

bakar MI. Melalui asumsi, bahwa setiap produk MI (pada merek dan jenis yang sama) bersifat seragam baik massa setiap komponennya dan juga komposisi bahan yang digunakan, maka nilai kalor bakar itu memberi gambar-an nilai kalor bakar per bungkus dari MI pada merek dan jenis yang sama.

Penelitian ini dapat memberikan faedah bagi dunia industri, konsumen, dan pe-nulis. Bagi dunia industri (sebagai produsen MI) dapat mencantumkan label kalor bakar pada setiap bungkus produknya. Selain itu, konsumen merasa memperoleh informasi yang lebih lengkap. Bagi penulis, ini merupakan salahsatu produk penelitian yang me-manfaatkan kalorimeter Shimadzu CA-4P yang presisi, dan nilai ukurnya terkalibrasi dan dikoreksi oleh sejumlah ketidakpastian yang terlibat.

II. TEORI

Manusia hidup memerlukan energi. Energi itu diambil dari makanan yang di-makannya. Makanan yang dimakan dapat diambil energinya bila makanan itu telah di-cerna. Untuk mencerna makanan memerlukan air, yang diminumnya, sebagai pelarut. Makanan yang telah dicerna tidak seluruhnya menjadi energi gerak atau usaha. Selain untuk usaha, sebagian energi makanan itu digunakan untuk pembelahan sel atau menjadi lemak, dan sebagian lagi dibuang dalam bentuk tinja. Dikenal efisiensi energi makanan menjadi usaha, yaitu besar prosentase usaha yang dilakukan manusia dibanding energi (= kalor bakar atau kandungan kalori) makanan yang dimakannya. Efisiensi energi makanan – usaha pada manusia rerata adalah 15%¹.

Makanan yang dimakan manusia bila seluruhnya menjadi energi (tanpa ada sisa hasil pembakaran, misalnya tidak bertinja) sama dengan kalor bakar atau disebut juga kandungan kalori dari makanan itu. Dari kalor bakar itu, pada rerata manusia, hanya 15%-nya yang digunakan untuk usaha. Kalor bakar makanan (termasuk Mie Instan atau MI) adalah kalor yang dihasilkan dari pembakaran sempurna makanan itu. Disebut pembakaran sempurna, bila bahan yang dibakar itu 100% habis atau lenyap², dan tidak menyisakan apapun (termasuk abunya). Tentusaja, nilai kalor bakar sebanding dengan massa bahan yang dibakar,

sehingga kalor bakar biasa dinyatakan dalam kalori per gram. Kalor bakar pada MI disumbang oleh kalor bakar setiap bagiannya. Massa setiap komponennya diketahui, dan juga kalor bakar per gramnya, dan pada akhirnya kalor bakar per bungkus MI dapat ditentukan.

Jika benda menerima kalor, maka kalor itu digunakannya untuk: menaikkan suhu benda, atau berubah wujud. Benda yang berubah wujud dapat berupa mencair (dari padat menjadi cair) atau menguap (dari cair menjadi uap). Pada penelitian ini kalor hasil pembakaran sempurna (disebut kalor bakar) benda digunakan untuk menaikkan suhu sistem kalorimeter pada kalorimeter bom. Ketika benda massa m , berkalor jenis c dan benda itu menerima kalor Q yang berasal dari kalor bakar bahan makan (MI), sehingga benda m suhunya naik sebesar ΔT . Hal itu dipenuhi kaitan

$$Q = mc\Delta T \quad (1)$$

Persamaan (1) bermakna bahwa kalor bakar Q bisa ditentukan kalau m , c , dan ΔT diketahui atau diukur, Q hanya digunakan untuk menaikkan suhu benda sebesar ΔT , dan tidak ada Q yang lepas ke lingkungan atau dari lingkungan masuk ke m .

Persamaan (1) digunakan sebagai dasar kerja kalorimeter *Shimadzu* jenis CA-4P yang digunakan pada penelitian ini. Ketika MI dibakar sempurna dan memberikan kalor bakar Q , kalor itu digunakan untuk menaikkan suhu sistem di dalam bejana kalorimeter sebesar Δt ($^{\circ}\text{C}$), pada harga air W , massa air di dalam bejana m , dan kalor jenis air c , sehingga dipenuhi kaitan³

$$Q = (W + cm)\Delta t \quad (2)$$

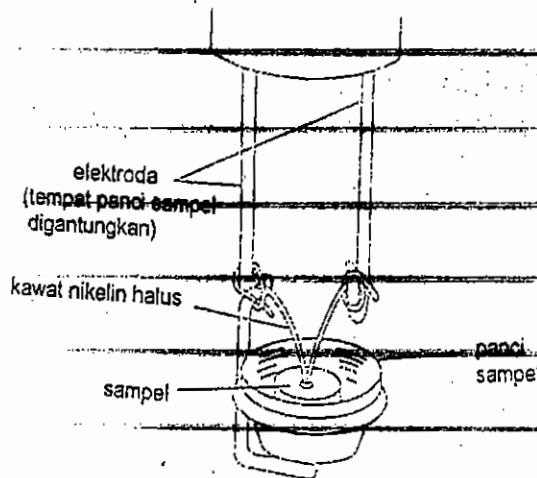
Pada peristiwa itu, selain dijaga agar tidak ada kalor yang lepas ke lingkungan, dipilih pada nilai W , m , dan c bernilai tetap. Selanjutnya $(W + cm)$ juga tetap, dilambangkan K . Q dapat ditentukan besarnya berdasar nilai Δt , dalam kaitan

$$Q = K\Delta t \quad (3)$$

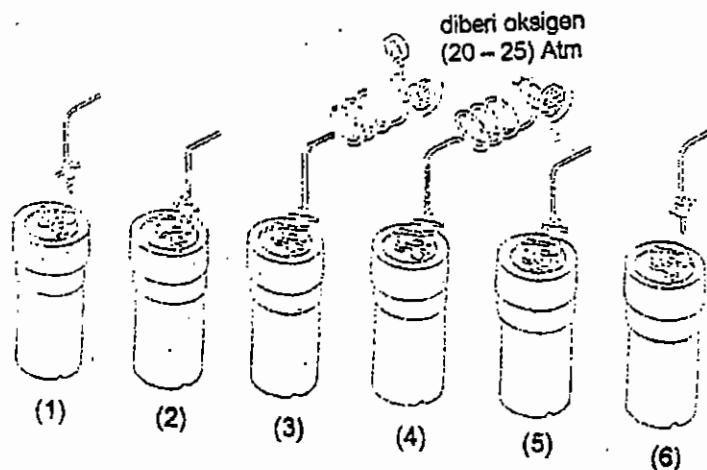
III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sampel berupa MI merek: Supermi, Indomie, Sarimi, Salam mi, Mi ABC dan Mi Presiden. Setiap sampel dibakar sempurna menggunakan bahan pembakar oksigen. Bahan lain yang digunakan adalah asam

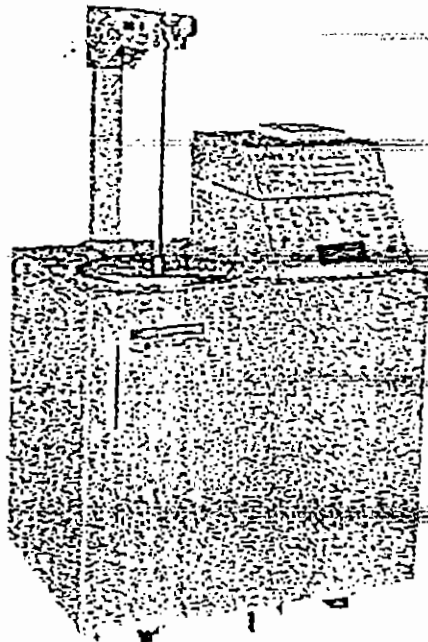
benzoat sebagai sampel standar untuk kalibrasi kalorimeter bom. Asam benzoat itu berupa tablet, dan setiap tablet diketahui bermassa 1 gram, serta memiliki kalor bakar per gramnya 6320 kalori. Alat penelitian ini adalah Kalorimeter Bom Shimadzu jenis CA-4P (buatan tahun 1999) yang sudah dilengkapi sistem kontrol dan unit pencetaknya. Berhubung kalor



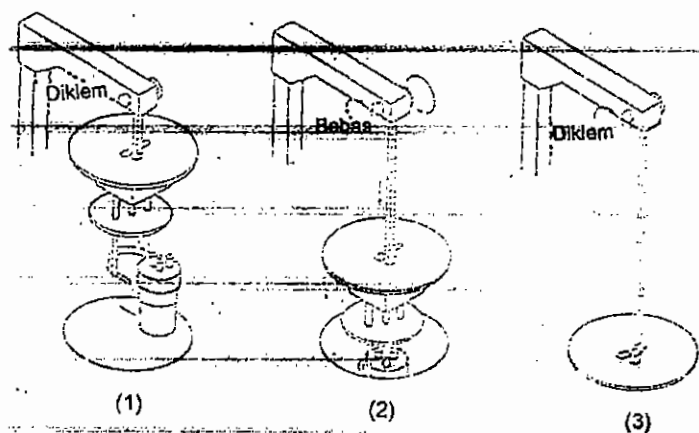
Gambar 1 Bagan penempatan sampel di dalam panci, di dalam bom.



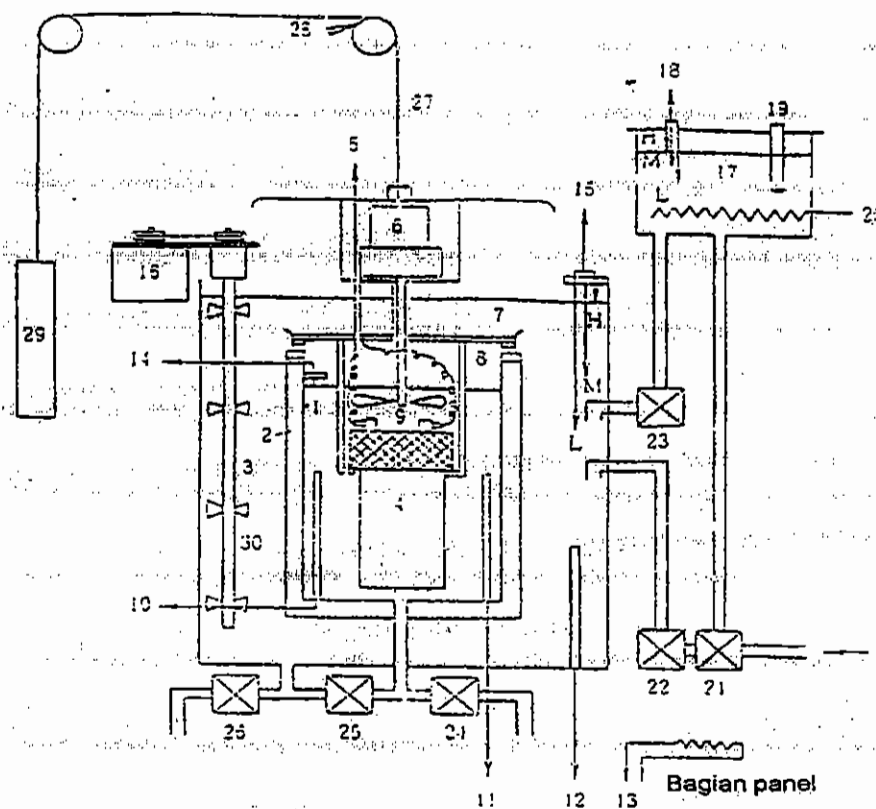
Gambar 2 Proses pemberian gas oksigen di dalam bom yang berisi sampel.



Gambar 3 Bagan Kalorimeter Bom Shimadzu CA-4P⁴.



Gambar 4 Proses menempatkan bom dalam bejana kalorimeter, menggunakan sebuah katrol.



Gambar 5 Bagan komponen Kalorimeter Bom Shimadzu CA-4P⁵

Keterangan Gambar:

- | | |
|--|---|
| 1. Bejana kalorimeter | 16. Mesin pengaduk <i>outer jacket</i> |
| 2. <i>Intermediate jacket</i> | 17. <i>Hot bath</i> |
| 3. <i>Outer jacket</i> | 18. Pengukur level air <i>hot bath</i> |
| 4. Bom | 19. Termostat |
| 5. Kawat nikel halus sebagai pembakar | 20. Isolator panas |
| 6. Mesin pengaduk bejana kalorimeter | 21. Katup pengisi air ke <i>hot bath</i> |
| 7. Penutup bejana kalorimeter | 22. Katup pengontrol suhu air dingin |
| 8. Gantungan bom | 23. Katup pengontrol suhu air panas |
| 9. Pengaduk bejana kalorimeter | 24. Katup pengalir air dari kalorimeter |
| 10. Termometer platina | 25. Katup pengisi air ke bejana kalorimeter |
| 11. Termometer bejana kalorimeter | 26. Katup pengalir air <i>outer jacket</i> |
| 12. Termometer <i>outer jacket</i> | 27. Rantai |
| 13. Resistor untuk suhu dasar | 28. Mekanisme pengapit |
| 14. Pengukur level air bejana kalorimeter | 29. Pembeban pada katrol |
| 15. Pengukur level air <i>outer jacket</i> . | 30. Pengaduk <i>outer jacket</i> |

bakar sampel sebanding dengan massa sampel, dan sampel yang dibakar hanya bermassa 2 gram, maka penelitian ini menggunakan neraca yang berketelitian mencapai 0,01 gram.

Penelitian dilakukan dengan menyiapkan sampel yang akan diukur nilai kalor bakarnya. Sampel itu diambil bermassa 2 gram dan diletakkan di dalam panci kecil, dan kemudian sampel terhubung atau dililiti kawat nikel lembut untuk dialiri listrik sehingga sampel terbakar (Gambar 1). Sampel MI itu bisa berupa padatan (misalnya mie kering), serbuk (bumbu), dan cair (minyak). Kemudian sampel dimasukkan ke dalam bom dan ditekan oleh gas oksigen pada tekanan 20 – 35 Atm (Gambar 2). Selanjutnya bom dimasukkan, dengan katrol, ke dalam kalorimeter (Gambar 3) secara perlahan (Gambar 4). Adapun bagan komponen kalorimeter bom Shimadzu jenis CA-4P dinya-takan pada Gambar 5.

Berikutnya, pengukuran kalor bakar MI dikerjakan melalui sejumlah langkah berikut ini. Dimulai dengan mengukur massa sampel secara teliti, perlakuan sampel agar bisa dibakar sempurna, dan pengukuran kalor bakarnya. Pengukuran kalor bakar sampel dilakukan pada semua komponennya, yaitu: mie, saus, minyak, bumbu, juga cabe ataupun bawang goreng (bila ada). Eksperimen pengukuran kalor bakar mie instan dikerjakan melalui langkah berikut ini.

Keran air pada pipa utama dibuka, dan dipastikan bahwa air pada keran itu tidak bocor. Kemudian, kalorimeter dihidupkan dengan cara menekan panel operasi sehingga bejana kalorimeternya terisi air secara penuh. Itu ditandai oleh lampu indikator *hot bath* yang menyala. Sampel bermassa 2 gram diletakkan di dalam panci kecil yang kemudian ditempatkan di dalam bom (Gambar 1). Saat itu sampel dililiti kawat pijar (berbahan nikelin, diameter 0,1 mm) dan dikaitkan pada penggantung tutup bom. Bom diisi gas oksigen (80%) hingga bertekanan 20 – 25 Atm (Gambar 2), dan dicek adanya kebocor-an, dengan cara menenggelamkannya ke dalam air. Bom diletakkan ke dalam bejana kalorimeter, dengan cara dikaitkan dengan pemegang bom, dan diturunkan ke dalam bejana kalorimeter (Gambar 4). *Input* diberikan dengan menekan panel operasi pada sistem kalorimeter bom (Gambar 3). Masukan yang diberikan disesuaikan dengan no-mor sampel, nomor bom, dan massa sampelnya.

Pengukuran kalor bakar dimulai ketika penunjuk suhu pada *hot bath* sudah mati, yang berarti pada suhu itu besar kalor yang masuk dan keluar dari sampel sudah se-nilai, sehingga pengaruh kalor selain hasil pembakaran sampel sudah dikoreksi. Pengukuran itu dimulai dengan menekan tombol *start*, dan ketika pengukuran berlangsung ditandai oleh penunjuk *stand by* yang menyala. Pembacaan nilai ukur kalor bakar sampel dilakukan ketika proses pengukuran sudah selesai. Ini ditandai oleh penunjuk *finish* yang menyala. Nilai pembacaan dicetak oleh sebuah unit pencetak. Akhirnya, dicek keakuratan data ukur dengan cara menengok panci tempat sampel yang telah dibakar. Jika eksperimen berhasil, berarti sampel tidak tersisa yang artinya sampel terbakar sempurna. Ini dilakukan dengan menarik bom ke atas, gas dikeluarkan dari bom, dan selanjutnya dibuka untuk diamati sampelnya. Berikutnya, seluruh panel kalori-meter bom (Gambar 5) dimatikan. Proses pengukuran kalor bakar setiap 2 gram sampel itu memakan waktu rerata 2 jam.

Koreksi ralat sistematis dilakukan dengan cara membandingkan nilai ukur kalor bakar sampel standar (asam benzoat) dengan acuan, dan itu digunakan untuk mengoreksi nilai kalor bakar setiap sampel. Ralat rambang diminimalkan dengan mengukur massa sampel secara teliti, dan dicek nilai kalor bakar kertas beras (sebagai pembungkus) dan kawat nikelin halus (sebagai kawat pijar pembakar sampel).

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses pengukuran, baik sampel standar (asam benzoat) dan semua komponen MI pada beragam jenis dan merek, dengan hasil dipaparkan pada Tabel 1. Hasil itu dinyatakan dalam bentuk kalor bakar per bungkus, yang merupakan kalor bakar (kandungan kalori) minimal bila seseorang mengonsumsi MI. Diperlihatkan pula hasil perbandingan dengan nilai kalor bakar yang telah dilabelkan pada sejumlah merek MI. Nilai ukur kalor bakar pada penelitian ini berbeda dengan yang tertulis di label, misalnya: Indomie (Mie goreng) tertulis 400 kkal sedangkan hasil pengukuran ini (474 ± 5) kkal. Ini disebabkan nilai kalor bakar tertulis di label hanya bersumber pada kalor bakar MI, sedangkan pada

pengukuran ini nilai kalor bakar bersumber pada MI dan semua komponennya: minyak, saus, kecap, bumbu, dan bawang gorengnya. Ini artinya, hasil ukur kalor bakar (pada penelitian ini) bersifat lebih lengkap dan informatif dibanding nilai kalor bakar yang sudah tertera di sebagian merek MI. Diperlihatkan pula, MI jenis goreng berkalor bakar lebih besar dibanding mie rebus. Itu disebabkan massa neto per bungkus mie goreng lebih besar dari mie rebus. Lebih besarnya massa neto migoreng disumbang oleh massa komponennya (minyak, saus, dan kecap) dan bukan oleh massa miennya. Padahal, komponen cair itu berkandungan lemak besar, dan lemak berkalor bakar lebih besar dibanding karbohidrat, sehingga selisih kalor bakar antara mie goreng dengan mie rebus, pada merek yang sama, bisa mencapai 70 kkal, atau 20% lebih besar dibanding mie rebus.

Tabel 1 Nilai ukur kalor bakar per bungkus pada sejumlah merek mie instan

No	Merek Mie	Jenis	Kalor Bakar Eksperimen (kkal)	Kalor Bakar pada Label (kkal)	Massa Neto per Bungkus $\pm 0,1^*$ (gram)
1	Mie ABC	Mi goreng	480 ± 5	-----	86,0
2	Indomie	Mi goreng	474 ± 5	400	84,0
3	Salam mie	Mi goreng spesial	443 ± 5	-----	80,0
4	Indomie	Rasa soto mie	432 ± 5	320	70,0
5	Mi president	Mi goreng	425 ± 5	min 338	75,0
				-----	75,0
6	Sarimi	Mi goreng rasa ayam	421 ± 5	-----	75,0
7	Mi ABC	Rasa ayam bawang	419 ± 5	-----	75,0
8	Supermi	Mi goreng rasa ayam	408 ± 4	-----	65,0
9	Salam mie	Rasa ayam bawang	407 ± 4	351,55	70,0
10	Indomie	Rasa baso sapi	381 ± 4		
			380 ± 4	min 315	70,0
11	Mi president	Rasa ayam bawang	380 ± 4		
12	Indomie	Rasa ayam bawang	380 ± 4	240,12	69,0
13	Sarimi	Rasa ayam bawang	377 ± 4	-----	70,0
14	Supermi	Rasa ayam bawang	368 ± 4	-----	70,0

* Massa setiap sampel ($2,00 \pm 0,01$) gram, massa MI per bungkus, dari pengukuran tak langsung, berketakpastian 0,1 gram

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Telah berhasil diukur kalor bakar (per bungkus) dari beragam merek Mie Instan (MI). Kalor bakar itu senilai dengan kandungan kalori minimal per bungkus dari MI. Jika setiap merek dan jenis MI diproduksi secara seragam mengenai massa dan komposisi bahan yang digunakan, maka hasil penelitian ini

dapat digunakan sebagai label kalor bakar (= kandungan kalori minimal) dari merek dan jenis itu.

Diperoleh hasil ukur, bahwa kalor bakar per bungkus MI merek Mi ABC jenis goreng adalah terbesar, yaitu (480 ± 5) kkal. Adapun Supermi jenis rasa ayam bawang berkalor bakar terendah, yaitu (368 ± 4) kkal per bungkus. Kalor bakar MI per bungkus jenis goreng, pada merek yang sama (Tabel 1), lebih besar dibanding mie rebus. Ini disebabkan komponen MI goreng sebagian besar mengandung lemak, dan lemak merupakan komponen pangan berkalor bakar (9 kkal per gram), sedangkan pada karbohidrat hanya 4 kkal per gram.

Diharapkan hasil ukur ini dapat dimanfaatkan oleh produsen MI, untuk dilabelkan pada setiap produknya. Diharapkan pula informasi ini dapat lebih melengkapi informasi produk kepada konsumen, selain: komposisi bahan, kehalalan, dan batas kadaluwarsa.

Ucapan Terimakasih

Penulis ucapkan terimakasih kepada: Pak Yanto dan Pak Gandung di Laboratorium Fisika Dasar FMIPA UGM yang telah menyiapkan set-up sistem kalorimeter bom, beserta perangkat gas oksigen isian. Diucapkan terimakasih pula kepada Pak Prayitno Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi yang telah menjaga dan mereparasi sistem ukur itu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Popple, S., 1990: *Explaining Physics*, GCSE Edition, 2nd edition, Oxford University Press.
- [2] Nursanyoto, H., 1992: *Ilmu Gizi, Zat Gizi Utama*, PT Golden Terayon, Jakarta.
- [3] Francis, W.S., Gerhard, L.S., 1982: *Thermodynamics, Kinetic Theory, and Statistical Thermodynamics*, 3th edition, Addison Wesley Publishing Company, Norwich.
- [4] Anonime, 1999: *Auto Calculating Bomb Calorimeter, Instruction Manual*, CA-4P, Shimadzu Corporation, Japan.